

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

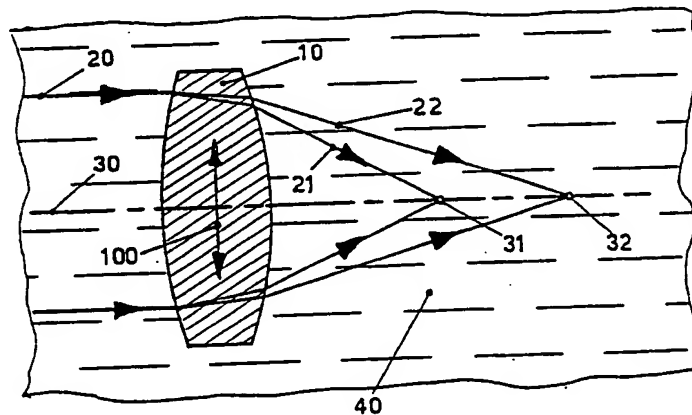


AM
AV

<p>(51) Internationale Patentklassifikation 5 : G02B 3/10, G02C 7/06 A61F 2/16</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 91/14189</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 19. September 1991 (19.09.91)</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 50%;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT91/00042</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 8. März 1991 (08.03.91)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: A 619/90 15. März 1990 (15.03.90) AT</p> <p>(71)(72) Anmelder und Erfinder: FIALA, Werner [AT/AT]; Staudgasse 88/11, A-1180 Wien (AT).</p> <p>(81) Bestimmungsstaaten: AT, AT (europäisches Patent), AU, BE (europäisches Patent), BR, CA, CH, CH (europäisches Patent), DE, DE (europäisches Patent), DK, DK (europäisches Patent), ES, ES (europäisches Patent), FI, FR (europäisches Patent), GB, GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), HU, IT (europäisches Patent), JP, KR, LU (europäisches Patent), NL, NL (europäisches Patent), NO, PL, SE, SE (europäisches Patent), SU, US.</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p> </div> </div>		

(54) Title: **MULTIFOCAL BI-REFRINGENT LENS WITH MATCHED BI-REFRINGENCE**

(54) Bezeichnung: **MULTIFOKALE DOPPELBRECHENDE LINSE MIT ANGEPASSTER DOPPELBRECHUNG**



(57) Abstract

Described is a multifocal bi-refracting lens system with at least two different refractive powers which are necessary for optical applications. All lenses in the lens system are made from a bi-refracting polymer whose bi-refracting is adjusted by stretching so that a single lens made of this polymer has these two different refractive powers.

(57) Zusammenfassung

Beschrieben wird ein multifokales doppelbrechendes Linsensystem, das mindestens zwei verschiedene und für optische Anwendungen erforderliche Brechkräfte aufweist. Sämtliche Linsen des Linsensystems werden aus einem doppelbrechenden Polymer hergestellt, dessen Doppelbrechung durch geeignetes Strecken so eingestellt wird, daß eine einzige Linse aus diesem Polymer diese zwei verschiedenen Brechkräfte besitzt.

BEST AVAILABLE COPY

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MN	Mongolei
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GN	Guinea	NO	Norwegen
BJ	Benin	GR	Griechenland	PL	Polen
BR	Brasilien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
CA	Kanada	IT	Italien	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SE	Schweden
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SU	Sowjet Union
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE	Deutschland	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

MULTIFOKALE DOPPELBRICHENDE LINSE MIT ANGEPASTER DOPPELBRICHUNG

Umfeld der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf eine multifokale Linse bzw. ein multifokales Linsensystem, bei welcher bzw. welchem sämtliche Linsenstärken bzw. Brechkräfte, sofern in Luft bzw. Vakuum gemessen, gleiches Vorzeichen besitzen, und für welche(s) maximaler Freiheitsgrad für die Auswahl bestimmter Werte für die Brechkräfte besteht. - Im folgenden wird der Ausdruck "Linse" gelegentlich auch für ein Linsensystem verwendet.

Doppelbrechende multifokale Linsensysteme werden in der EP 0 308 705 A2 bzw. in der US 4.981,342 beschrieben. Diese Linsensysteme umfassen doppelbrechende und/oder isotrope Linsenkomponenten bzw. Einzellinsen dergestalt, daß zumindest zwei Brechkraften des Linsensystems Werte gegeben werden können, die von den Materialeigenschaften der Komponenten des Linsensystems nicht abhängig sind. Es wird dort gezeigt, daß ein solches Linsensystem aus mindestens einer doppelbrechenden Einzellinse und mindestens einer isotropen oder einer weiteren doppelbrechenden Einzellinse zu bestehen hat, um mindestens zwei Brechkraften beliebiger vorgegebener Werte bereitzustellen zu können. Weiters wird dort gezeigt, daß zumindest zwei doppelbrechende Einzellinsen und eine isotrope oder eine weitere doppelbrechende Einzellinse erforderlich sind, um mindestens drei Brechkraften beliebiger vorgegebener Werte bereitzustellen. Allgemein wird dort gezeigt, daß bei einem Linsensystem, das M doppelbrechende Einzellinsen umfaßt, die Anzahl N_{frei} der Brechkraften mit frei vorgegebenen Werten gleich M ist, d.h. $N_{\text{frei}} = M$. Es wird in der EP und der US (dortige Gleichungen 23) weiters gezeigt, daß das System um zumindest eine weitere isotrope Einzellinse zu erweitern ist, um eine Anzahl von $N_{\text{frei}} = M+1$ Brechkraften bereitzustellen, die beliebige vorgegebene Werte aufweisen.

Zusammenfassung der Erfindung

Gegenstand der Erfindung ist, erstens, eine doppelbrechende Einzellinse, die zwei Brechkräfte besitzt, wobei diese Brechkräfte frei auswählbare Werte annehmen können, und wobei diese Werte der Brechkräfte bei Brechkraftmessung in Luft gleiches Vorzeichen besitzen.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein multifokales Linsensystem, dessen sämtlichen Brechkräfte entweder nur positive oder nur negative Werte besitzen, wenn diese Brechkräfte in Luft gemessen werden, wobei das Linsensystem aus $M \geq 2$ doppelbrechenden Einzellinsen besteht, und wobei die Anzahl der insgesamt frei auswählbaren $M+1$ ist.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein doppelbrechendes Linsensystem, bei welchem die minimale Brechkraft von Lichtwellen bereitgestellt wird, die ausschließlich ordentliche Lichtwellen in sämtlichen doppelbrechenden Einzellinsen sind, und bei welchem die maximale Brechkraft von Lichtwellen bereitgestellt wird, die ausschließlich außerordentliche Lichtwellen in sämtlichen Einzellinsen des Linsensystems sind.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein doppelbrechendes Linsensystem, bei welchem die maximale Brechkraft von Lichtwellen bereitgestellt wird, die ausschließlich ordentliche Lichtwellen in sämtlichen doppelbrechenden Einzellinsen sind, und bei welchem die minimale Brechkraft von Lichtwellen bereitgestellt wird, die ausschließlich außerordentliche Lichtwellen in sämtlichen Einzellinsen des Linsensystems sind.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein multifokales doppelbrechendes Linsensystem, das m verschiedene Brechkräfte aufweist, wobei sämtliche dieser Brechkräfte im geschlossenen Intervall zwischen zwei gewünschten und frei auswählbaren Werten liegen.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein multifokales Linsensystem, das

eine Anzahl m Brechkkräfte besitzt, wobei m durch $M < m \leq M$ gegeben ist; M ist die Anzahl der doppelbrechenden Einzellinsen des Linsensystems.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein multifokales Linsensystem, bei dem sämtliche Linsenflächen benachbarter Einzellinsen entweder identisch oder komplementär sind, so daß die Linsen verkittet werden können.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein multifokales Linsensystem, in welchem den verschiedenen vorhandenen Brechkkräften verschiedene Intensitäten bzw. Anteile der einfallenden Lichtintensität zugeordnet werden können, und zwar in Unabhängigkeit von der Apertur des einfallenden Lichtes.

Ein besonderer Gegenstand der Erfindung ist eine multifokale Intraokularlinse, die sich in einem Immersionsmedium befindet und die bei Einfall von natürlichem d.h. unpolarisiertem Licht gleichzeitig mindestens zwei frei auswählbare bzw. erforderliche Brechkkräfte aufweist.

Gemäß der gegenständlichen Erfindung wird hiemit ein multifokales doppelbrechendes Linsensystem vorgestellt, das aus einer aus einem doppelbrechenden Material gefertigten Linse besteht, oder das aus $M > 1$ aus ein und demselben doppelbrechenden Material gefertigten Einzellinsen besteht, wobei das doppelbrechende Material ein durch einen Orientierungsprozeß, wie unter einstellbaren Bedingungen vorgenommenes Recken, doppelbrechend gemachtes Polymer ist, das nach dem Orientierungsprozeß einen außerordentlichen Brechungsindex n_e und einen ordentlichen Brechungsindex n_o besitzt; die Doppelbrechung des Linsenmaterials wird durch den Orientierungsprozeß so eingestellt, daß für den Wert der Doppelbrechung $\delta n = n_e - n_o$ entweder die Gleichung

$$\delta n = (n_o - n_m) \left(\frac{D_{\max}}{D_{\min}} - 1 \right)$$

oder die Gleichung

$$\delta n = (n_o - n_m) \left(\frac{D_{\min}}{D_{\max}} - 1 \right)$$

gilt, wobei D_{\max} und D_{\min} zwei für spezifische optische Anwendungen erforderliche, d.h. vorgegebene, Brechkräfte sind, die an einem in einem Medium mit dem Brechungsindex n_m befindlichen optischen System gemessen werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

In Fig. 1 ist eine doppelbrechende Einzellinse 10 gemäß dieser Erfindung dargestellt, die aus einem doppelbrechenden Material gefertigt ist, dessen Doppelbrechung δn durch

$$\delta n = (n_o - n_m) \left(\frac{D_{\max}}{D_{\min}} - 1 \right)$$

gegeben ist, wobei D_{\max} und D_{\min} zwei für eine optische Anwendung gerade erforderliche Brechkräfte sind. Durch diese Wahl der Doppelbrechung ist erreicht, daß diese Einzellinse die zwei gewünschten, d.h. vorgegebenen Brechkräfte D_{\min} und D_{\max} besitzt, wenn sie sich in einem Medium 40 mit dem Brechungsindex n_m befindet; die optische Kristallachse 100 der Linse 10 steht senkrecht zur Linsenachse 30; parallel zur Linsenachse 30 einfallende natürliche Lichtstrahlen bzw. -wellen 20 werden von der Linse 10 so gebrochen, daß die resultierenden Lichtstrahlen 21 und 22 entstehen; die Lichtstrahlen 21 werden in den Brennpunkt 31 gelenkt, die Lichtstrahlen 22 werden in der Brennpunkt 32 gelenkt; der Brennpunkt 31 entspricht der Brechkraft D_{\max} , der Brennpunkt 32 entspricht der Brechkraft D_{\min} .

Fig. 2 stellt ein erfindungsgemäßes doppelbrechendes Linsensystem dar; die doppelbrechenden Einzellinsen 11 und 12 werden aus demselben doppelbrechenden Linsenmaterial hergestellt; die optische Kristallachse 101 der Linse 11 und die optische Kristallachse 102 der Linse 12 stehen jeweils senkrecht zur den beiden Linsen gemeinsamen Linsenachse 30; der Winkel zwischen den Kristallachsen 101 und 102 beträgt β .

In Fig. 3 ist ein weiteres erfindungsgemäßes doppelbrechendes Linsensystem dargestellt; die doppelbrechenden Einzellinsen 13, 14 und 15 werden aus demselben doppelbrechenden Linsenmaterial hergestellt; sämtliche optischen Kristallachsen 103, 104 und 105 stehen zur den Linsen 13, 14 und 15 gemeinsamen Linsenachse 30 senkrecht; der Winkel zwischen den optischen Kristallachsen 103 und 104 beträgt β_1 , der Winkel zwischen den optischen Kristallachsen 104 und 105 beträgt β_2 .

Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

A. Bifokale doppelbrechende Einzellinse

Die zwei Brechkräfte D_o und D_e einer doppelbrechenden Linse, gemessen in Luft bzw. Vakuum, sind näherungsweise durch

$$D_o = (n_o - 1)S \quad (1)$$

und

$$D_e = (n_e - 1)S \quad (2)$$

gegeben, wobei D_o die Brechkraft der ordentlichen Strahlen und D_e die Brechkraft der außerordentlichen Strahlen ist; n_o ist der ordentliche Brechungsindex, n_e ist der außerordentliche Brechungsindex, S ist der Formfaktor der Linse. Der Formfaktor S ist eine Funktion der geometrischen Parameter der Linse (siehe z.B. J. Strong: "Concepts of Classical Optics", p. 319; W.H. Freeman and Company, 1958). Der Einfachheit halber kann der Formfaktor S näherungsweise durch

$$S = 1/R_F - 1/R_B \quad (i)$$

dargestellt werden, wobei R_F der Krümmungsradius der vorderen Linsenfläche und R_B der Krümmungsradius der hinteren Linsenfläche ist. Diese

Radien haben positive Werte, wenn die zugehörige Linsenfläche bezüglich des einfallenden Lichtes konvex ist; sie sind negativ, wenn die zugehörige Linsenfläche für einfallendes Licht konkav ist.

Wenn sich die Linse in einem Immersionsmedium mit Brechungsindex n_m befindet, dann betragen die Brechkräfte $D_{o,m}$ und $D_{e,m}$ dieser Linse, wobei $D_{o,m}$ mit dem ordentlichen Brechungsindex und $D_{e,m}$ mit dem außerordentlichen Brechungsindex assoziiert wird:

$$D_{o,m} = (n_o - n_m)S \quad (3)$$

und

$$D_{e,m} = (n_e - n_m)S \quad (4)$$

Aus den Gleichungen 1 bis 4 ist sofort abzuleiten, daß die Differenz der Brechkräfte unabhängig vom Brechungsindex n_m des Immersionsmediums ist, d.h.:

$$D_e - D_o = D_{e,m} - D_{o,m} = (n_e - n_o)S \quad (5)$$

Sollen nun die beiden Brechkräfte $D_{o,m}$ und $D_{e,m}$ der doppelbrechenden Linse zwei für spezifische optische Anwendungen notwendige Werte annehmen, so müssen die beiden Indices n_o und n_e des Materials, aus dem die Linse gefertigt ist, die folgende Bedingung erfüllen:

$$n_e = n_m + \frac{D_{e,m}}{D_{o,m}} (n_o - n_m) \quad (6)$$

Ist $D_{o,m}$ die größere, mit D_{\max} bezeichnete, und $D_{e,m}$ die kleinere, mit D_{\min} bezeichnete der beiden Brechkräfte, so folgt aus der Gleichung 6 die folgende Beziehung:

$$n_e - n_o = (n_o - n_m) \left(\frac{D_{\max}}{D_{\min}} - 1 \right) \quad (6.1)$$

Ist hingegen $D_{e,m}$ die größere, mit D_{\max} bezeichnete, und $D_{o,m}$ die kleinere, mit D_{\min} bezeichnete der beiden Brechkräfte, so folgt aus der Gleichung 6 die Beziehung:

$$n_e - n_o = (n_o - n_m) \left(\frac{D_{\min}}{D_{\max}} - 1 \right) \quad (6.2)$$

Im allgemeinen ist es nicht möglich, die Gleichung 6.1 oder 6.2 für beliebig vorgegebene Brechkräfte D_{\max} und D_{\min} und für beliebiges Immersionsmedium vom Brechungsindex n_m auf der Basis einer doppelbrechenden Linse zu erfüllen, die aus einem doppelbrechenden Material hergestellt ist, das die beiden unabhängig gegebenen Brechungsindices n_o und n_e besitzt. Aus diesem Grund werden in der EP 0 308 705 A2 und der US 4,981,342 zumindest zwei Einzellinsen in einem doppelbrechenden Linsensystem vorgesehen, um zwei gewünschte Brechkräfte bereitzustellen.

Wie aber unten gezeigt wird, läßt sich die o.a. Bedingung 6.1 oder 6.2 erfüllen, wenn die doppelbrechende Linse aus einem Linsenmaterial hergestellt wird, das durch einen Orientierungsprozeß, wie Reckung, doppelbrechend gemacht wird, und bei dem verschiedene Orientierungsgrade, die mit verschieden starker Reckung korrelieren, verschieden große Doppelbrechung $\delta n = (n_e - n_o)$ bewirken.

Aus Veröffentlichungen von z.B. R. Weeger et al. Colloid Polym. Sci. 266:692-700 (1988) oder J.A. Slee et al. J. Polym. Sci. Polym. Phys. Vol. 27, 71-80 (1989) ist es bekannt, daß die durch Reckung induzierte Doppelbrechung $(n_e - n_o)$ monoton mit dem Reckgrad zunimmt, vorausgesetzt, daß alle anderen Parameter der Reckung konstant gehalten werden. Die induzierte Doppelbrechung hängt auch von vielen anderen Parametern, wie Recktemperatur, Reckgeschwindigkeit, Temperbedingungen etc. ab; es ist aber stets möglich, durch Variation der Reckbedingungen die resultierende induzierte Doppelbrechung zu variieren. Die meisten orientierten Polymere können als

ein Gefüge bestehend aus dünnen zylindrischen Stäben aufgefaßt werden. Gemäß Max Born und Emil Wolf: Principles of Optics, Pergamon Press, 6th Ed. p. 707 sind solche Medien positiv doppelbrechend, d.h. sie haben zwei Brechungsindices mit $n_e > n_o$.

Ein Polymer, das im ungereckten Zustand den isotropen Brechungsindex n_{iso} besitzt, weist nach Reckung in der Regel einen ordentlichen Brechungsindex n_o auf, der kleiner ist als n_{iso} , und einen außerordentlichen Brechungsindex n_e , der größer ist als n_{iso} . Diese in Reckversuchen bestätigte Eigenschaft kann durch die empirische Beziehung

$$(n_e - n_{iso}) : (n_{iso} - n_o) = k \quad (7)$$

ausgedrückt werden, wobei k in der Regel Werte von 1 bis 3 annimmt. Kombiniert man die Beziehungen 5 bis 7 und löst man für $n_e - n_o$, so erhält man:

$$\delta n = (n_e - n_o) = (1 + k) \frac{(D_{e,m} - D_{o,m})(n_{iso} - n_m)}{(D_{e,m} - D_{o,m}) + (1 + k)D_{o,m}} \quad (8)$$

Für das Beispiel einer Intraokularlinse ist die Differenz der gewünschten Brechkraften $D_{e,m} - D_{o,m}$ gegenüber den Brechkraften $D_{o,m}$ und $D_{e,m}$ selbst klein, d.h.

$$D_{e,m} - D_{o,m} \ll D_{o,m}(1 + k) \quad (9)$$

Daraus folgt, daß die erforderliche Doppelbrechung $n_e - n_o$ einer Intraokularlinse, die die beiden erwünschten Brechkraften $D_{o,m}$ und $D_{e,m}$ besitzen soll, größenordnungsmäßig durch

$$\delta n = (n_e - n_o) \leq \left(\frac{D_{e,m}}{D_{o,m}} - 1 \right) (n_{iso} - n_m) \quad (10)$$

gegeben ist.

Im Falle einer Intraokularlinse sind unter der Annahme, daß das Linsenmaterial ein positiv doppelbrechendes Medium ist, als typische Werte zu nennen: $D_{\min} = D_{0,m} = 20$ Dioptrien, und $D_{\max} = D_{e,m} = 23$ Dioptrien, wobei diese Werte für eine in einem Medium mit dem Brechungsindex von 1.336 befindliche Linse gelten. Damit folgt aus Gleichung 8, daß die erforderliche Doppelbrechung $n_e - n_o$ größenordnungsmäßig 0.02 bis 0.04 betragen muß, wenn das ungereckte Polymer einen Brechungsindex von ca. 1.5 bis 1.6 hat; je größer der isotrope Brechungsindex ist, umso größer muß die Doppelbrechung sein.

J.A. Slee, loc. cit., berichtet über Werte der Doppelbrechung zwischen 0.011 und 0.138 an unter verschiedenen Bedingungen gereckten Proben von Polyäthylenterephthalat (PET). Da der isotrope Brechungsindex von PET ca. 1.58 beträgt, ist klar, daß die erforderliche "angepaßte" Doppelbrechung in Platten aus PET durch uniaxiale Reckung induziert werden kann.

PET ist aber nicht das einzige und nicht das am besten geeignete Material für die hier beabsichtigten Zwecke. Es wurden ca. 2 - 4 mm dicke Platten anderer Kunststoffe bei verschiedenen Temperaturen und mit verschiedenen Reckgraden gereckt; einige Ergebnisse werden hier wiedergegeben:

Material	Doppelbrechung
Polycarbonat	0.01 - 0.05
Polysulphon	0.02 - 0.06
Polyethersulphon	0.01 - 0.08
Polystyrol	0.01 - 0.03
Polyestercarbonat	0.02 - 0.035

Im besonderen wird als Beispiel angeführt, daß Polycarbonat bei ca. 135 °C auf ca. doppelte Originallänge gereckt wurde. Die Brechungsindices - mithilfe eines Refraktometers in polarisiertem Licht gemessen - betrugen nachher: $n_o = 1.57$ und $n_e = 1.606$. Eine aus dieser gereckten Polycarbonatprobe gefertigte Bikonvexlinse mit den sphärischen Krümmungsradien $R_F = 36$ mm und $R_B = -18$ mm wies bei einer Mitteldicke von 0.9 mm die beiden in Kochsalzlösung mit dem Brechungsindex $n_m = 1.336$ gemessenen Brechkräfte 20.2 und 23.3 Dioptrien auf. Das Auflösungsgitter des Brennweitenmeßgerätes konnte in beiden Brennpunkten aufgelöst werden. Geringe Abweichungen der gemessenen Brechkräfte von den theoretisch zu erwartenden sind aller Wahrscheinlichkeit auf die nur näherungsweise Bestimmung der Brechungsindices mittels eines einfachen Refraktometers zurückzuführen. Die Musterlinse ist schematisch in Fig. 1 wiedergegeben.

Aus dem Gesagten ist es ersichtlich, daß es möglich ist, bifokale Intraokularlinsen mit verschiedenen Kombinationen der Brechkräfte aus Linsenmaterial verschiedener Doppelbrechung herzustellen. Es ist dabei besonders vorteilhaft, daß verschiedenen Doppelbrechungen in Linsenmaterialien identischer chemischer Zusammensetzung durch Variation der Reckbedingungen induziert werden können. Deshalb müssen ggf. notwendige Biokompatibilitätsprüfungen nur für ein Material durchgeführt werden; weiters sind Produktionstechniken für lediglich ein Material zu entwickeln. Produktionstechniken, wie z.B. Drehen, sind praktisch identisch mit jenen für monofokale Linsen, da die erforderlichen geringen Doppelbrechungen eine nur geringe mechanische Anisotropie des Linsenmaterials bedingen; weiters ist die Linsenform der Bifokallinse äquivalent jener einer Monofokallinse, d.h. die Linse besitzt zwei glatte Oberflächen.

Die Vorteile von multifokalen Linsen der doppelbrechenden Art, wie z.B. optimale Intensitätsverteilung, Wegfall von Intensitätsverlusten (z.B. in höheren Ordnungen, vgl. dazu Diffraktionslinsen), Unabhängigkeit der Brechkräfte und der Intensitätsaufteilung von der Apertur der Linse bzw. des

einfallenden Lichtes, geringe chromatische Abberation (vgl. dazu Diffraktionslinsen) etc. wurden schon in der EP 0 308 705 und der US 4,981,342 angeführt. Es versteht sich von selbst, daß diese Vorteile auch für die doppelbrechenden Linsen gemäß der gegenständlichen Erfindung zutreffen.

B. Multifokales Linsensystem mit mehr als zwei Brechkräften

Eine erfindungsgemäße doppelbrechende Linse gemäß Fig. 1 kann theoretisch entsprechend Fig. 2 oder Fig. 3 unterteilt werden, und die dann vorhandenen Einzellinsen können um die gemeinsame Symmetrieachse gedreht werden, so daß die individuellen optischen Kristallachsen der Einzellinsen entweder einen (Fig. 2) oder mehrere (Fig. 3) Winkel zueinander einschließen. Damit kann das Linsensystem gemäß Fig. 2 tri- oder quadrafokal gemacht werden, das Linsensystem gemäß Fig. 3 kann penta-, hexa-, hepta- oder octafokal gemacht werden. Zusätzlich zu den Brechkräften D_{\min} und D_{\max} - die die erforderliche Doppelbrechung gemäß Gleichung 6.1 bzw. 6.2 bestimmen - kann bei einem Linsensystem gemäß Fig. 2 einer weiteren Brechkraft zwischen diesen beiden ein Wert frei zugeteilt werden. Bei einem Linsensystem gemäß Fig. 3 können zusätzlich zwei weitere Brechkräfte zwischen den Werten D_{\min} und D_{\max} vorgegeben werden. Im allgemeinen beträgt die Anzahl N_{frei} der frei auswählbaren Brechkräfte

$$N_{\text{frei}} = M + 1$$

wobei M die Anzahl der doppelbrechenden Einzellinsen im Linsensystem ist. Demgegenüber ist die Anzahl der frei auswählbaren Brechkräfte in Linsensystemen gemäß EP 0 308 705 A2 bzw. US 4,981,342 jeweils um 1 niedriger.

In den Linsensystemen gemäß EP 0 308 705 A2 bzw. US 4,981,342 werden bei einem aus zwei doppelbrechenden Linsen gleichen Materials bestehenden Linsensystem die minimale und die maximale Brechkraft durch e-o-Licht-

strahlen oder durch o-e-Lichtstrahlen bereitgestellt; dabei sind e-o-Strahlen solche, die in der ersten Linse ordentliche und in der zweiten Linse außerordentliche Strahlen sind. Im Gegensatz dazu werden bei dem erfindungsgemäßen Linsensystem wegen der Anpassung der Doppelbrechung die maximale und die minimale Brechkraft jeweils von Lichtstrahlen bereitgestellt, die ausschließlich jeweils ordentliche oder jeweils außerordentliche Lichtstrahlen in sämtlichen Einzellinsen sind.

Die allgemeinen Zusammenhänge zwischen den Brechkraften und den Intensitäten eines erfindungsgemäßen Linsensystems werden nun angeführt; dabei wird der Fall eines aus positiv doppelbrechendem Material gefertigten Linsensystem behandelt.

Für ein erfindungsgemäßes Linsensystem, das die minimale Brechkraft D_{\min} und die maximale Brechkraft D_{\max} besitzen soll, bestimmen die Gleichungen 6.1 bzw. 6.2 die erforderlichen bzw. angepaßten Brechungsindices n_o und n_e . Mit diesen Brechungsindices n_o und n_e und dem Brechungsindex n_m des Immersionsmediums (der Fall $n_m = 1$ ist selbstverständlich beinhaltet) ist der Formfaktor S der Linse bzw. des Linsensystems durch

$$S = \frac{D_{o,m}}{n_o - n_m} = \frac{D_{e,m}}{n_e - n_m} \quad (11)$$

gegeben. Im Falle eines Linsensystems gemäß Fig. 2 können den Einzellinsen 101 und 102 die Formfaktoren S_1 und S_2 gegeben werden, wobei gilt:

$$S_1 + S_2 = S \quad (12)$$

Die vier Brechkraften eines solchen Linsensystems sind dann durch folgende Beziehungen gegeben:

$$(n_o - n_m)S_1 + (n_o - n_m)S_2 = D(oo) = D_{o,m} \quad (13A)$$

$$(n_e - n_m)S_1 + (n_o - n_m)S_2 = D(eo) \quad (13B)$$

$$(n_o - n_m)S_1 + (n_e - n_m)S_2 = D(oe) \quad (13C)$$

$$(n_e - n_m)S_1 + (n_e - n_m)S_2 = D(oo) = D_{e,m} \quad (13D)$$

Die Brechkraft $D(oe)$ wird von Lichtstrahlen bereitgestellt, die ordentlichen Strahlen in der ersten und außerordentliche Strahlen in der zweiten Linse sind usw. Aus Gleichungen 12 und z.B. 13B können die Formfaktoren S_1 und S_2 für eine gewünschte, d.h. frei auswählbare, Brechkraft $D(eo)$ bestimmt werden. Aus den Gleichungen 13 geht hervor, daß $D(eo) - D(oo) = D(ee) - D(oe)$ ist. Außerdem können z.B. den Brechkraften $D(eo)$ und $D(oe)$ identische Werte gegeben werden; für die dann trifokale Linse gilt: $S_1 = S_2 = S/2$.

Die mit den einzelnen Brechkraften einhergehenden Intensitäten sind durch folgende Beziehungen gegeben:

$$I(oo) = (I/2)\cos^2\beta \quad (14A)$$

$$I(eo) = (I/2)\sin^2\beta \quad (14B)$$

$$I(oe) = (I/2)\sin^2\beta \quad (14C)$$

$$I(ee) = (I/2)\cos^2\beta \quad (14D)$$

worin β der Winkel zwischen den optischen Kristallachsen der Einzellinsen ist, und I die Gesamtintensität des einfallenden natürlichen Lichts (unter Vernachlässigung der üblichen geringen Transmissionsverluste); bezüglich der vier Intensitäten $I(oo)$ bis $I(ee)$ gilt das oben im Zusammenhang mit der Brechkraft $D(oe)$ gesagte.

Als Beispiel sei der Fall behandelt, daß ein Linsensystem gemäß Fig. 2 eine minimale Brechkraft von 20 Dioptrien und eine maximale Brechkraft von 24 Dioptrien, gemessen in einem Medium vom Brechungsindex $n_m = 1.336$, aufweisen soll. Wenn die Linse aus Polycarbonat hergestellt werden soll, so beträgt die erforderliche Doppelbrechung ca. 0.05. Wird eine Polycarbonatplatte so gereckt, daß sie die erforderliche Doppelbrechung aufweist, so besitzt sie typischerweise folgende Brechungsindices (die Brechungsindices einzelner Polycarbonatsorten können differieren): $n_o = 1.583$ und $n_e = 1.633$. Der Formfaktor gemäß Gleichung 11 ist dann ca. 81 m^{-1} . Wenn die Formfaktoren der beiden Einzellinsen gemäß Fig. 2 die Werte $S_1 = 0.25 \text{ S}$ und $S_2 =$

0.75 S besitzen, so hat das Linsensystem die folgenden vier Brechkräfte: 20, 21, 23 und 24 Dioptrien. Ein Linsensystem, in dem die Radien der sphärischen Linsenflächen - in der Reihenfolge von vorn nach hinten - die Werte $R_1 = 18$ mm, $R_2 = 28.3$ und $R_3 = -39.3$ annehmen, erfüllt dann die gewünschten Anforderungen. Es sei erwähnt, daß bei der Wahl der drei Radien ein Freiheitsgrad besteht.

Sollten nun beispielsweise 30 % der einfallenden Lichtintensität sowohl in der größten als auch in der kleinsten Brechkraft aufscheinen, so muß der Winkel β zwischen den optischen Kristallachsen der beiden Einzellinsen 39.2° betragen; siehe Gleichung 14. In den beiden dazwischenliegenden Brechkraften scheint dann jeweils 20 % der einfallenden Intensität auf.

Es ist offensichtlich, wie die Gleichungen 13 und 14 zu erweitern sind, um die acht Brechkräfte und jeweiligen Intensitäten eines Linsensystems gemäß Fig.3 darzustellen.

Ein Linsensystem gemäß Fig. 3 kann fünf bis acht Brechkräfte bereitstellen, je nachdem wie die einzelnen Formfaktoren S_1 , S_2 und S_3 gewählt werden. Folgende allgemeine Regeln können aufgestellt werden:

$$S_1 \neq S_2, S_1 + S_2 < S_3 : \text{octafofocal}$$

$$S_1 \neq S_2, S_1 + S_2 = S_3 : \text{heptafofocal}$$

$$S_1 = S_2, S_1 + S_2 < S_3 : \text{hexafofocal}$$

$$S_1 = S_2 = S_3/2 = S/4 : \text{pentafofocal}$$

Die Anzahl der vorhandenen Brechkräfte kann vermindert werden, wenn einem der Winkel zwischen den optischen Kristallachsen der Wert 0 oder 90° gegeben wird; dann entspricht ein Linsensystem gemäß Fig. 3 einem gemäß Fig. 2.

Als besonderes Beispiel sei ein Linsensystem behandelt, das aus gerecktem Polycarbonat mit den Brechungsindices $n_o = 1.583$ und $n_e = 1.633$ hergestellt ist, und das die Formfaktoren $S_1 = S_2 = 0.15$ S und $S_3 = 0.7$ S besitzt, wobei $S = 81 \text{ m}^{-1}$ ist; die beiden Winkel seien $\beta_1 = 35^\circ$ und $\beta_2 = 45^\circ$. Dieses Linsensystem besitzt die folgenden Brechkräfte (in Immersionsflüssigkeit mit $n_m = 1.336$):

20.0	Dioptrien	mit 16.7 %	der einfallende Intensität
20.6	"	16.4	" "
21.2	"	16.9	" "
22.8	"	16.9	" "
23.4	"	16.4	" "
24.0	"	16.7	" "

Ein solches Linsensystem ist z.B. als Intraokularlinse geeignet, die auch Fehlberechnungen der erforderlichen Lese- und Distanzaddition zulassen würde.

Es wird als offensichtlich erachtet, wie die Beziehungen für Linsensysteme mit mehr als drei Einzellinsen aufzustellen wären.

Obwohl verschiedene Ausführungsformen der gegenständlichen Erfindung unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen im Sinne einer Beschreibung vorgestellt wurden, ist davon auszugehen, daß die Erfindung als nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt zu verstehen ist, und daß viele Änderungen und Modifikationen von Fachleuten durchgeführt werden können, ohne vom allgemeinen Gehalt und Charakter der Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Multifokales Linsensystem bestehend aus einer aus einem doppelbrechendem Material gefertigten Linse oder aus $M > 1$ aus ein und demselben doppelbrechenden Material gefertigten Linsen, wobei das doppelbrechende Material ein durch einen Orientierungsprozeß, wie unter einstellbaren Bedingungen vorgenommenes Recken, doppelbrechend gemachtes Polymer ist, das nach dem Orientierungsprozeß einen ordentlichen Brechungsindex n_o und einen außerordentlichen Brechungsindex n_e besitzt, dadurch gekennzeichnet, daß die Doppelbrechung des doppelbrechenden Materials durch den Orientierungsprozeß so eingestellt wird, daß für den Wert der Doppelbrechung $\delta n = n_e - n_o$ entweder die Gleichung

$$\delta n = (n_o - n_m) \left(\frac{D_{\max}}{D_{\min}} - 1 \right)$$

oder die Gleichung

$$\delta n = (n_o - n_m) \left(\frac{D_{\min}}{D_{\max}} - 1 \right)$$

gilt, wobei D_{\max} und D_{\min} zwei für spezifische optische Anwendungen erforderliche Brechkräfte sind, die an einem in einem Medium mit dem Brechungsindex n_m befindlichen optischen System gemessen werden.

2. Linsensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es eine bifokale Einzellinse ist, an der genau die beiden Brechkräfte D_{\max} und D_{\min} gemessen werden.
3. Linsensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Linsen verkittet sind.
4. Linsensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle vorhandenen Brechkräfte des Linsensystems Werte aufweisen, die im geschlossenen Intervall zwischen D_{\min} und D_{\max} liegen.

5. Linsensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es die Brechkräfte D_{\min} und D_{\max} besitzt, wobei D_{\max} von Lichtstrahlen stammt, die in allen doppelbrechenden Linsen ordentliche Strahlen sind, und wobei D_{\min} von Lichtstrahlen stammt, die in allen doppelbrechenden Linsen außerordentliche Strahlen sind.
6. Linsensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es die Brechkräfte D_{\min} und D_{\max} besitzt, wobei D_{\max} von Lichtstrahlen stammt, die in allen doppelbrechenden Linsen ordentliche Strahlen sind, und wobei D_{\min} von Lichtstrahlen stammt, die in allen doppelbrechenden Linsen außerordentliche Strahlen sind.
7. Linsensystem nach Anspruch 1, bestehend aus $M \geq 1$ Linsen, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl N_{frei} der insgesamt frei auswählbaren Brechkräfte durch $N_{\text{frei}} = M + 1$ gegeben ist, wobei D_{\min} und D_{\max} auswählbare Brechkräfte sind.
8. Linsensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es ein opthalmisches Linsensystem ist.
9. Linsensystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Intraokularlinse ist.
10. Linsensystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß es ein ophthalmisches Linsensystem ist.
11. Linsensystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Intraokularlinse ist.

12. Ein für die Herstellung bifokaler doppelbrechender Linsen geeignetes doppelbrechendes Material, wobei das doppelbrechende Material ein durch einen Orientierungsprozeß, wie unter einstellbaren Bedingungen vorgenommenes Recken, doppelbrechend gemachtes Polymer ist, das nach dem Orientierungsprozeß einen ordentlichen Brechungsindex n_o und einen außerordentlichen Brechungsindex n_e besitzt, dadurch gekennzeichnet, daß die Doppelbrechung des doppelbrechenden Materials durch den Orientierungsprozeß so eingestellt wird, daß für den Wert der Doppelbrechung $\delta n = n_e - n_o$ entweder die Gleichung

$$\delta n = (n_o - n_m) \left(\frac{D_{\max}}{D_{\min}} - 1 \right)$$

oder die Gleichung

$$\delta n = (n_o - n_m) \left(\frac{D_{\min}}{D_{\max}} - 1 \right)$$

gilt, wobei D_{\max} und D_{\min} zwei für spezifische optische Anwendungen erforderliche Brechkräfte sind, die an einem in einem Medium mit dem Brechungsindex n_m befindlichen optischen System gemessen werden.

13. Linsensystem bestehend aus M Linsen, wobei M größer oder gleich eins ist, dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche Linsen aus einem Material gemäß Anspruch 12 gefertigt sind.
14. Linsensystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Linsen verkittet sind.
15. Linsensystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß alle vorhandenen Brechkräfte des Linsensystems Werte aufweisen, die im geschlossenen Intervall zwischen D_{\min} und D_{\max} liegen.

16. Linsensystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß es die Brechkräfte D_{\min} und D_{\max} besitzt, wobei D_{\max} von Lichtstrahlen stammt, die in allen doppelbrechenden Linsen ordentliche Strahlen sind, und wobei D_{\min} von Lichtstrahlen stammt, die in allen doppelbrechenden Linsen außerordentliche Strahlen sind.
17. Linsensystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß es die Brechkräfte D_{\min} und D_{\max} besitzt, wobei D_{\max} von Lichtstrahlen stammt, die in allen doppelbrechenden Linsen ordentliche Strahlen sind, und wobei D_{\min} von Lichtstrahlen stammt, die in allen doppelbrechenden Linsen außerordentliche Strahlen sind.
18. Linsensystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl N_{frei} der insgesamt frei auswählbaren Brechkräfte durch $N_{\text{frei}} = M + 1$ gegeben ist, wobei D_{\min} und D_{\max} auswählbare Brechkräfte sind.
19. Linsensystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß es ein ophthalmisches Linsensystem ist.
20. Linsensystem nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Intraokularlinse ist.

Fig.1

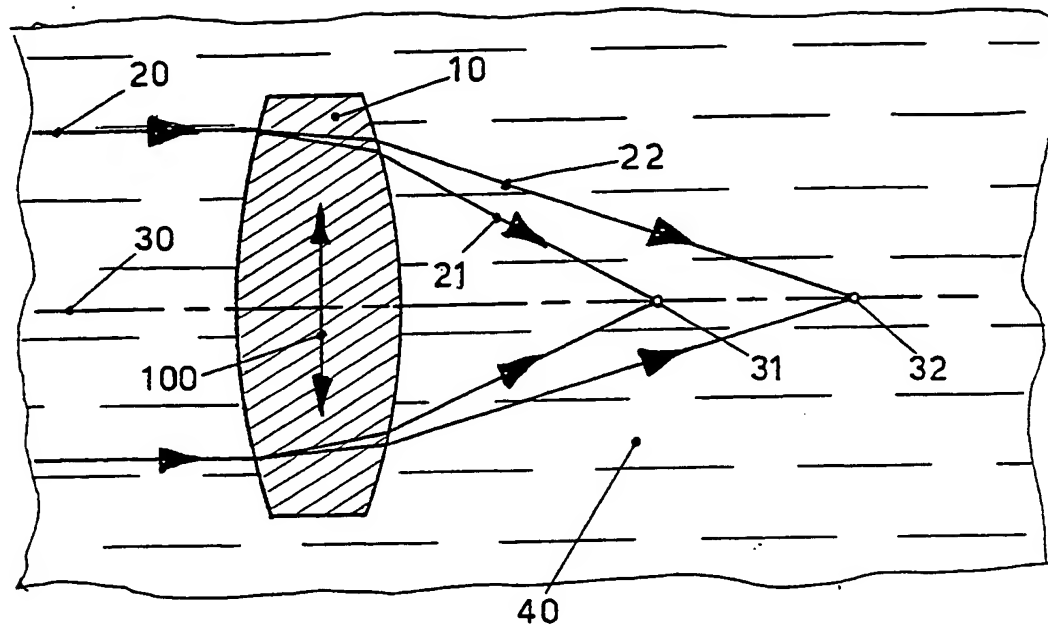


Fig.2

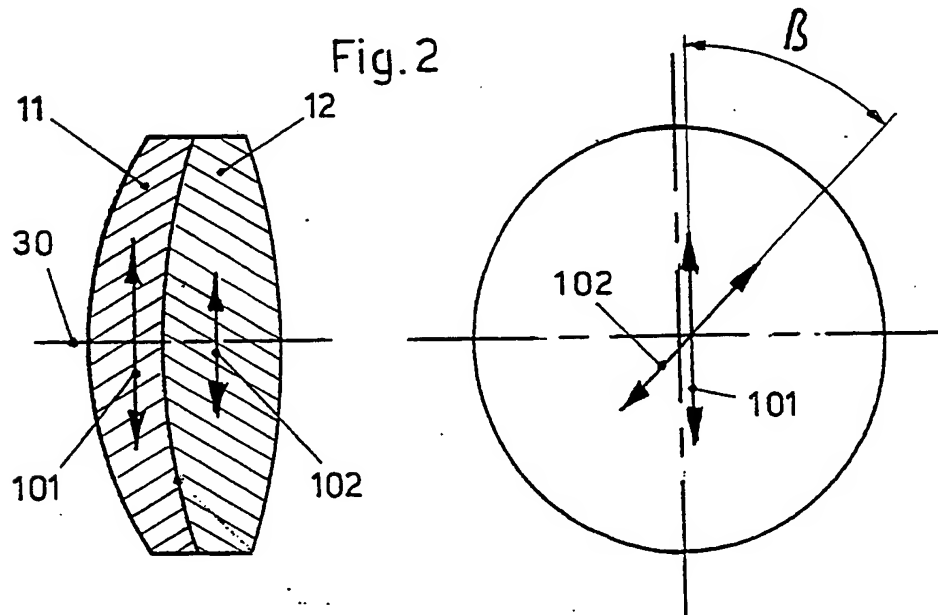
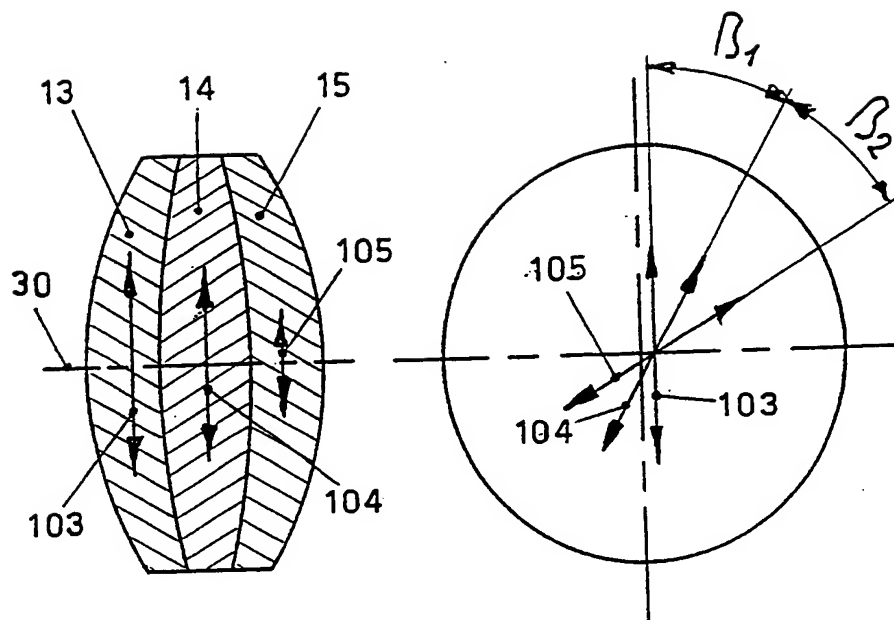


Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/AT 91/00042

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) *		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl. ⁵ G 02 B 3/10, G 02 C 7/06, A 61 F 2/16		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched *		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. ⁵	G 02 B 3/00, G 02 B 27/28, G 02 C 7/06, A 61 F 2/16	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT *		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
Y	EP, A, 0308705 (ALLERGAN) 29 March 1989 see page 1, lines 15-18; page 6, line 1 - page 7, line 32; page 11, lines 3-15; claims 1,5-8	1,5,6,8,9, 12,16,17
A	(cited in the application)	2,4,10,11, 13,15,19,20
Y	EP, A, 0297841 (SUMITOMO) 4 January 1989 see page 1, line 37 - page 2, line 13; claim 1	1,5,6,8,9, 12,16,17
A	IBM Technical Disclosure Bulletin, volume 27, No. 11, April 1985; (New York, US) "Method for aligning the axes of a birefringent bifocal lens system", pages 6674-6675 see the whole article	1,3,12,13,14
A	Applied Optics, volume 8, No.10, October 1969, R.S. Eng et al.: "Multiple imagery with birefringent lenses", pages 2117-2120 see page 2119, left-hand column, paragraph 2 - right-hand column, paragraph 1	1,7,12,13,18
<p>* Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"G" document member of the same patent family</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
4 June 1991 (04.06.91)	23 July 1991 (23.07.91)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
European Patent Office		

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.

AT 9100042
SA 45983

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 16/07/91
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A- 0308705	29-03-89	US-A- 4981342	01-01-91
		AU-A- 2270088	06-04-89
		JP-A- 1107208	25-04-89
EP-A- 0297841	04-01-89	JP-A- 2042406	13-02-90
		JP-A- 1118805	11-05-89

EP/FORM 10179

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/AT 91/00042

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Cl. ⁵ G 02 B 3/10, G 02 C 7/06, A 61 F 2/16		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Cl. ⁵	G 02 B 3/00, G 02 B 27/28, G 02 C 7/06, A 61 F 2/16	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹		
Art [*]	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
Y	EP, A, 0308705 (ALLERGAN) 29. März 1989 siehe Seite 1, Zeilen 15-18; Seite 6, Zeile 1 - Seite 7, Zeile 32; Seite 11, Zeilen 3-15; Ansprüche 1,5-8	1,5,6,8,9, 12,16,17
A	(In der Anmeldung erwähnt) --	2,4,10,11, 13,15,19,20
Y	EP, A, 0297841 (SUMITOMO) 4. Januar 1989 siehe Seite 1, Zeile 37 - Seite 2, Zeile 13; Anspruch 1 --	1,5,6,8,9, 12,16,17
A	IBM Technical Disclosure Bulletin, Band 27, Nr. 11, April 1985, (New York, US) "Method for aligning the axes of a birefringent bifocal lens system", Seiten 6674-6675 siehe den ganzen Artikel ./. .	1,3,12,13, 14
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"g" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
4. Juni 1991	23.07.91	
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des Bevollmächtigten Bediensteten	
Europäisches Patentamt	Mme Dagmar FRANK	

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>Applied Optics, Band 8, Nr. 10, Oktober 1969, R.S. Eng et al.: "Multiple imagery with birefringent lenses", Seiten 2117-2120 siehe Seite 2119, linke Spalte, Absatz 2 - rechte Spalte, Absatz 1</p> <p>-----</p>	<p>1,7,12,13, 18</p>

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

AT 9100042
SA 45983

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 16/07/91
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A- 0308705	29-03-89	US-A- 4981342	01-01-91
		AU-A- 2270088	06-04-89
		JP-A- 1107208	25-04-89
EP-A- 0297841	04-01-89	JP-A- 2042406	13-02-90
		JP-A- 1118805	11-05-89

EPC FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.